

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 1 188 474 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
20.03.2002 Patentblatt 2002/12

(51) Int.Cl.: B01F 13/08

(21) Anmeldenummer: 01810774.8

(22) Anmelddatum: 14.08.2001

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 13.09.2000 EP 00810822

(71) Anmelder: Levitronix LLC  
Waltham, MA 02451 (US)

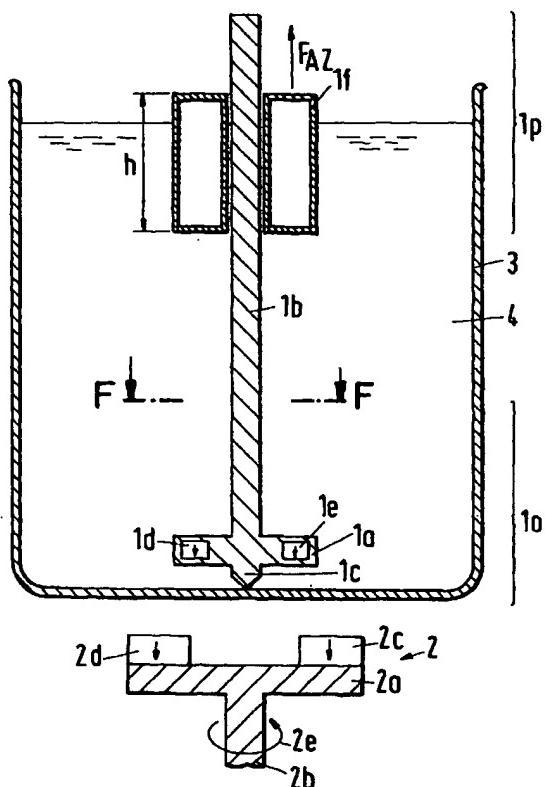
(72) Erfinder: Schöb, Reto, Dr.  
8604 Volketswil (CH)

(74) Vertreter: Sulzer Management AG  
KS/Patente/0007  
Zürcherstrasse 12  
8401 Winterthur (CH)

### (54) Magnetrührvorrichtung und Rührgerät

(57) Die Magnetrührvorrichtung (1) umfasst ein Rührteil (1a), zumindest einen Permanentmagneten (1d,1e) sowie einen Schwimmkörper (1f), welche miteinander verbunden sind.

Fig.1



**Beschreibung**

[0001] Die Erfindung betrifft eine Magnetrührvorrichtung gemäss dem Oberbegriff von Anspruch 1. Die Erfindung betrifft weiter ein Rührgerät gemäss dem Oberbegriff von Anspruch 10.

[0002] Es sind Stabmagnete bekannt, welche zum Rühren von Flüssigkeiten verwendet werden, indem das Stabmagnet einem Flüssigkeit enthaltenden Behälter beigelegt wird, und der Behälter auf ein rotierendes Magnetfeld gestellt wird, sodass der Stabmagnet in Rotation versetzt wird.

[0003] Nachteilig an derartigen Stabmagneten ist die Tatsache, dass diese auf dem Boden des Behälters aufliegen und dadurch eine nur beschränkte Rührwirkung erzeugen. Die zwischen dem Stabmagnet und dem Boden auftretenden Reibungskräfte können zudem einen Abrieb bewirken oder in der Flüssigkeit enthaltene Teile wie zum Beispiel lebende Zellen zerstören.

[0004] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine vorteilhaftere Magnetrührvorrichtung bzw. ein vorteilhafteres Rührgerät vorzuschlagen.

[0005] Diese Aufgabe wird gelöst mit einer Magnetrührvorrichtung aufweisend die Merkmale von Anspruch 1. Die Unteransprüche 2 bis 9 betreffen weitere, vorteilhaft ausgestaltete Magnetrührvorrichtungen. Die Aufgabe wird weiter gelöst mit einem Rührgerät aufweisend die Merkmale von Anspruch 10. Die Unteransprüche 11 bis 14 betreffen weitere, vorteilhaft ausgestaltete Rührgeräte.

[0006] Die Aufgabe wird insbesondere gelöst mit einer Magnetrührvorrichtung umfassend ein Rührteil, einen Permanentmagneten sowie einen Schwimmkörper, welche miteinander verbunden sind.

[0007] Ein wesentlicher Aspekt der Erfindung besteht darin, die Magnetrührvorrichtung derart auszugestalten, dass das Rührteil bezüglich dem Boden des Behälters beabstandet angeordnet ist, sodass das Rührteil während dem Rühren nicht mehr auf dem Boden gleitend rotiert.

[0008] In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Magnetrührvorrichtung länglich, im wesentlichen stabförmig ausgestaltet, wobei im Bereich des ersten Endabschnittes das Rührteil und im Bereich des zweiten Endabschnittes ein Schwimmkörper angeordnet ist. In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung ist das Ende des ersten Endabschnittes als Spitze ausgestaltet. Diese Magnetrührvorrichtung wird einem Flüssigkeit enthaltenden Behälter zugegeben, wobei die Magnetrührvorrichtung durch die auf den Schwimmkörper wirkenden Auftriebskräfte in einer im wesentlichen vertikal verlaufenden Ausrichtung gehalten wird und gegen ein Verkippen stabilisiert ist. Der Schwimmkörper bewirkt somit eine hydrodynamische Stabilisierung der Magnetrührvorrichtung gegen ein Verkippen, und stabilisiert somit die Magnetrührvorrichtung bezüglich zweier Freiheitsgrade.

[0009] Unterhalb des Bodens des Behälters ist eine

Vorrichtung angeordnet, welche ein magnetisches Drehfeld zu erzeugen erlaubt. In einer bevorzugten Ausgestaltung ist diese Vorrichtung als eine Magnetkupplung umfassend einen sich drehenden Permanentmagnet ausgestaltet. Dieser Permanentmagnet wirkt auf die im Rührteil angeordneten Permanentmagnete.

[0010] Durch die derart ausgebildete Magnetkupplung ist die Lage des Rührteils und damit die Lage der Magnetrührvorrichtung bezüglich dreier Freiheitsgrade bestimmt, nämlich in x- und y-Richtung sowie bezüglich der Drehung. In vertikaler Richtung bzw. in Verlaufsrichtung der Magnetrührvorrichtung ist dies durch die Spitze, welche zusammen mit dem Boden des Behälters ein Spitzlager ausbildet, nur bezüglich einer Bewegung nach unten stabilisiert. Zusammen mit der nach unten wirkenden Magnetkraft der Magnetkupplung wird auch der vertikale Freiheitsgrad (z-Richtung) stabilisiert.

[0011] Die Magnetrührvorrichtung ist somit bezüglich 6 Freiheitsgraden stabilisiert. Der eingangs erwähnte, bekannte Stabmagnet ist nur bezüglich 4 Freiheitsgraden stabilisiert, nämlich in x- und y-Richtung, bezüglich Drehung, sowie, da er auf dem Boden des Behälters liegt, bezüglich einer Bewegung nach unten. Die erfindungsgemäss Magnetrührvorrichtung weist somit den Vorteil auf, dass sie bezüglich mehr Freiheitsgraden stabilisiert ist, was es ermöglicht, das Rührteil vom Boden des Behälters beabstandet anzurordnen.

[0012] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist die Magnetrührvorrichtung in der Flüssigkeit des Behälters schwimmend angeordnet, wobei die Magnetrührvorrichtung über ein ausserhalb des Behälters angeordnetes Magnetfeld antreibbar ist. Das zum Antrieb erforderliche drehende Magnetfeld ist mit Hilfe von elektromagnetischen Spulen erzeugbar oder mit drehbar gelagerten Magneten, insbesondere mit drehbar gelagerten Permanentmagneten, welche mit der Magnetrührvorrichtung eine Magnetkupplung ausbilden. In einer vorteilhaften Ausgestaltung wird unter Verwendung der Permanentmagnete der Magnetrührvorrichtung zudem

[0013] die Lage der Magnetrührvorrichtung beeinflusst, indem diese Permanentmagnete Teil eines passiven Magnetlagers bilden. Der eine Teil des passiven Magnetlagers ist ausserhalb des Behälters angeordnet und übt eine stabilisierende Wirkung auf die Lage der sich innerhalb des Behälters befindlichen Magnetrührvorrichtung aus.

[0014] Die Aufgabe wird weiter gelöst mit einem Rührgerät umfassend eine Magnetrührvorrichtung mit einem oder mehreren Permanentmagneten sowie einem Schwimmkörper, sowie umfassend eine magnetische Antriebsvorrichtung, wobei die Antriebsvorrichtung und die Permanentmagnete der Magnetrührvorrichtung derart gegenseitig angepasst angeordnet und ausgestaltet sind, dass sie eine Magnetkupplung ausbilden.

[0015] Die Erfindung wird nachfolgend an Hand mehrerer Ausführungsbeispiele beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch ein Rührgerät mit im Behälter aufliegender Magnetrühr-

- vorrichtung.
- Fig. 1a eine Detailansicht des Rührteils;
- Fig. 1b eine Magnetrührvorrichtung mit vollständig untergetauchtem Schwimmkörper;
- Fig. 2 einen Längsschnitt durch ein erstes Rührgerät mit einer Magnetrührvorrichtung;
- Fig. 3 ein Weg-Kraft-Diagramm der Magnetrührvorrichtung;
- Fig. 4 einen Querschnitt durch einen Schwimmkörper;
- Fig. 5 ein Weg-Kraft-Diagramm einer weiteren Magnetrührvorrichtung;
- Fig. 6 einen Längsschnitt durch ein weiteres Rührgerät mit Magnetrührvorrichtung;
- Fig. 7 einen Längsschnitt durch ein weiteres Rührgerät mit Magnetrührvorrichtung;
- Fig. 8a-8f unterschiedliche Anordnungen der Permanentmagnete von Magnetrührvorrichtung und Rührgerät;
- Fig. 9 einen Längsschnitt durch ein weiteres Rührgerät mit Magnetrührvorrichtung;
- Fig. 10 eine Aufsicht auf die in Fig. 10 dargestellte Antriebsvorrichtung;
- Fig. 11 einen Längsschnitt durch ein mit elektromagnetischen Spulen versehenes Rührgerät mit einer Magnetrührvorrichtung;
- Fig. 12 eine Aufsicht auf die in Fig. 11 dargestellten elektromagnetischen Spulen;
- Fig. 13 einen Längsschnitt durch ein weiteres Rührgerät mit Magnetrührvorrichtung;
- Fig. 14 einen Querschnitt durch einen an der Magnetrührvorrichtung angeordneten Flügel;
- Fig. 15 einen Längsschnitt durch ein weiteres Rührgerät mit Magnetrührvorrichtung;
- Fig. 16 einen Querschnitt durch den Behälter gemäss Fig. 15 entlang der Schnittlinie A-A;
- Fig. 17 einen Längsschnitt durch ein weiteres Rührgerät mit Magnetrührvorrichtung;
- Fig. 18 einen Querschnitt durch das in Fig. 17 dar- 5 gestellte Rührgerät entlang der Schnittlinie D-D;
- Fig. 19 einen Längsschnitt durch ein weiteres Rührgerät mit Magnetrührvorrichtung;
- Fig. 20 einen Querschnitt durch das in Fig. 19 dargestellte Rührgerät entlang der Schnittlinie E-E;
- Fig. 21 ein Rührgerät in Kombination mit einem Bioreaktor.
- [0014] Fig. 1 zeigt in einem Längsschnitt eine Magnetrührvorrichtung 1 umfassend ein Rührteil 1a, einen Stab 1b sowie einen Schwimmkörper 1f, welche miteinander verbunden sind. Innerhalb des Rührteils 1a sind, wie in Fig. 1a im Schnitt F-F dargestellt, zwei Permanentmagnete 1d,1e bezüglich dem Stab 1b symmetrisch angeordnet. Der Stab 1b mündet unten in eine Spitze 1c, welche zusammen mit dem Boden des Behälters 3 ein Spitzenlager ausbildet. Im ersten Endabschnitt 1o des Stabes 1b ist das Rührteil 1a leicht beabstandet zur Spitze 1c angeordnet, sodass das Rührteil den Boden des Behälters 3 nicht berührt. Im zweiten Endabschnitt 1p ist der Schwimmkörper 1f angeordnet. Der Schwimmkörper 1f ist in Verlaufsrichtung des Stabes 1b verschiebbar und kann mit einem nicht dargestellten Befestigungsmittel wie einer Schraube fest mit dem Stab 1b verbunden werden. Die Magnetrührvorrichtung 1 wird durch die sich innerhalb des Behälters 3 befindliche Flüssigkeit 4 und die dadurch auf den Schwimmkörper 1f bewirkte Auftriebskraft FAZ in einer im wesentlichen vertikalen Lage gehalten. Der Schwimmkörper 1f stabilisiert die Magnetrührvorrichtung 1 somit hydrostatisch gegen ein Verkippen, sodass die Lage der Magnetrührvorrichtung dadurch bezüglich zweier Freiheitsgraden hydrostatisch stabilisiert ist.
- [0015] Unterhalb des Behälters 3 ist eine Antriebsvorrichtung 2 angeordnet. Die Antriebsvorrichtung 2 umfasst einen Teller 2a und eine in Drehrichtung 2e drehbar gelagerte Achse 2b, wobei zwei Permanentmagnete 2c,2d mit dem Teller 2a fest verbunden sind. Die Permanentmagnete 1d,1e der Magnetrührvorrichtung 1 und die Permanentmagnete 2c,2d der Antriebsvorrichtung 2 sind derart gegenseitig angepasst angeordnet und ausgestaltet, dass sie gegenseitig eine Magnetkupplung ausbilden, um die Magnetrührvorrichtung 1 in Drehrichtung 2e anzutreiben. Diese Magnetkupplung stabilisiert die Magnetrührvorrichtung 1 bezüglich der radialen Lage in x- und y-Richtung sowie in Drehrichtung, sodass die Magnetkupplung die Magnetrührvorrichtung 1 bezüglich dreier Freiheitsgrade stabilisiert.
- [0016] Die Magnetrührvorrichtung 1 steht auf dem Spitzenlager 1c auf, sodass die Magnetrührvorrichtung 1 bezüglich einer Bewegung nach unten stabilisiert ist, sodass die Magnetrührvorrichtung 1 bezüglich einem Freiheitsgrad durch das Spitzenlager und die magneti-

sche Anziehungskraft zwischen den Permanentmagneten 1d,1e,2c,2d stabilisiert ist. Somit ist die Lage der Magnetrührvorrichtung 1 durch die in Fig. 1 dargestellten Mitteln bezüglich 6 Freiheitsgraden stabilisiert.

[0017] Eine notwendige Bedingung der hydrostatischen Stabilisierung ist, dass der Schwimmkörper 1f zumindest teilweise in die Flüssigkeit eingetaucht ist, oder wie in Fig. 1b dargestellt, vollständig untergetaucht ist. Damit das Spitzlager 1c auf dem Boden des Behälters 3 aufliegt ist es erforderlich, dass die Gewichtskraft der Magnetrührvorrichtung 1 sowie die durch die Magnetkupplung bewirkte Anziehungskraft grösser ist als die durch den Schwimmkörper bewirkte Auftriebskraft FAZ.

[0018] Im Unterschied zu der in Fig. 1 dargestellten Anordnung ist die in Fig. 2 dargestellte Magnetrührvorrichtung 1 in der Flüssigkeit 4 des Behälters 3 schwebend gehalten, da sich die Auftriebskraft FAZ sowie die Gewichtskraft der Magnetrührvorrichtung 1 und die durch die Magnetkupplung bewirkte magnetische Kraft in einer Gleichgewichtslage befinden. Dazu ist der Schwimmkörper 1f in der entsprechenden Position entlang des Stabes 1b anzutragen. Um diese Bedingung zu erfüllen ist der Schwimmkörper 1f auf dem Stab 1b verschiebbar, sodass die Lage des Schwimmkörpers 1f abhängig vom Flüssigkeitsstand derart einstellbar ist, dass die Magnetrührvorrichtung 1 mit deren Spitze 1c auf dem Boden des Behälters 3 steht. Nach dem Verschieben des Schwimmkörpers 1f wird dieser beispielsweise mit einer Schraube fest mit dem Stab 1b verbunden.

[0019] Diese Anordnung weist den Vorteil auf, dass die Magnetrührvorrichtung 1 schwebend und berührungslos im Behälter 3 gehalten wird.

[0020] Der Abstand zwischen dem Rührteil 1a und dem Boden des Behälters 3 ist mit der Dimension z dargestellt. Gegen unten wirkt auf die Magnetrührvorrichtung 1 eine Kraft FMZ, welche sich aus der Schwerkraft und der durch die Antriebsvorrichtung 2 bewirkten magnetischen Anziehungskraft zusammensetzt.

[0021] Fig. 3 zeigt das Weg-Kraft-Diagramm der in der Flüssigkeit schwimmenden Magnetrührvorrichtung 1, wobei in der Abszisse die Einsinktiefe z und in der Ordinate die Kraft F dargestellt ist. Die durch den sich in einer Flüssigkeit wie Wasser befindlichen Schwimmkörper 1f bewirkte Auftriebskraft FAZ nimmt mit zunehmender Einsinktiefe in Funktion der Höhe h linear zu, und nimmt nach dem vollständigen Eintauchen des Schwimmkörpers 1f einen konstanten Wert an. Zudem ist der Kraftverlauf der Kraft FMZ in Funktion der Dimension z dargestellt. Am Schnittpunkt G der beiden Kurven FMZ und FAZ stellt sich eine stabile Gleichgewichtslage ein. In Fig. 3 ist die Differenz der Kraft FMZ und der Kraft FAZ als strichlierte Kurve dargestellt. Zwischen den beiden Sattelpunkten, begrenzt durch die Höhe des Schwimmkörpers, kehrt das System nach einer Störung wieder in die stabile Gleichgewichtslage G zurück. Der maximale Betrag der Differenz zwischen FAZ und FMZ

ist somit ein Mass für die Robustheit des Systems. Mit dieser Massnahme wird der letzte Freiheitsgrad der Magnetrührvorrichtung 1, nämlich die Bewegung vertikal nach oben, durch die Auftriebskraft zusammen mit der entgegengesetzten Magnetkraft stabilisiert, sodass 3 ½ Freiheitsgrade der Magnetrührvorrichtung 1 magnetisch stabilisiert sind, und 2 ½ Freiheitsgrade der Magnetrührvorrichtung 1 hydrostatisch stabilisiert sind.

[0022] Der Auftrieb des Schwimmkörpers 1f in Funktion der Einsinktiefe wird natürlich durch die Formgebung des Schwimmkörpers 1f bestimmt. Fig. 4 zeigt in einem Längsschnitt einen Schwimmkörper 1f, welcher entlang einer Höhe h1 kegelstumpfförmig und entlang der Höhe h2 zylinderförmig ausgebildet ist.

[0023] Fig. 5 zeigt das Web-Kraft Diagramm einer Magnetrührvorrichtung 1 aufweisend den in Fig. 4 dargestellten Schwimmkörper 1f. Die Kraft FMZ hat denselben, bereits in Fig. 3 dargestellten Verlauf. Die durch den Schwimmkörper 1f erzeugte Auftriebskraft FAZ weist entlang des Abschnittes h1 eine gekrümmte, insbesondere quadratisch verlaufende Kraftzunahme auf, wogegen der Schwimmkörper 1f im zylinderförmig ausgestalteten Abschnitt h2 eine lineare Kraftzunahme bewirkt. Bei vollständig eingetauchtem Schwimmkörper 1f nimmt der Auftrieb einen konstanten Wert ein. Der stabile Gleichgewichtspunkt G stellt sich wiederum im Schnittpunkt der beiden Kurven FAZ und FMZ ein. Im Vergleich zu dem in Fig. 3 dargestellten Kurvenverlauf weist die maximale Differenz zwischen den Kräften FMZ und FAZ einen höheren (negativen) Betrag auf. Da, wie mit der Beschreibung von Fig. 3 erklärt, dies ein Mass für die Robustheit des Systems ist, hat dieser im Vergleich zu Fig. 3 den Vorteil, dass die Magnetrührvorrichtung 1 stabiler in der Schwebe gehalten werden kann.

[0024] Beim Rühren der Flüssigkeit ergibt sich nämlich auf Grund der wirkenden Zentrifugalkraft das Problem, dass der Flüssigkeitsspiegel in der Mitte des Behälters 3 absinkt, an dessen Rand dagegen ansteigt. Dies hat zur Folge, dass der Schwimmer 1f im Behälter 3 leicht absinkt, was wiederum zur Folge hat, dass sich die Distanz z reduziert. Auch in dieser Lage sollte die Magnetrührvorrichtung 1 berührungslos im Behälter 3 schwebend gehalten werden. Um ein stabiles Verhalten zu bewirken ist es daher von besonderer Bedeutung, dass die Differenz zwischen den Kräften FMZ und FAZ über einem längeren Abschnitt stetig verlaufen.

[0025] Im Unterschied zu dem in Fig. 2 dargestellten Rührgerät 6 sind im Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 6 die Permanentmagnete 1e, 2c in entgegengesetzter Richtung polarisiert angeordnet.

[0026] Im Unterschied zu dem in Fig. 2 dargestellten Rührgerät 6 sind im Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 7 die Permanentmagnete 1d, 1e in horizontaler Richtung polarisiert angeordnet, wogegen die Permanentmagnete 2c,2d der Antriebsvorrichtung 2 in vertikaler Richtung und entgegengesetzt polarisiert angeordnet sind.

[0027] Die Permanentmagnete 1d,1e des Rührteils 1a sowie die Permanentmagnete 2c,2d der Antriebsvor-

richtung 2 könnten in unterschiedlichster Weise angeordnet sein, um gegenseitig eine Magnetkupplung auszubilden. In den Figuren 8a bis 8f sind mehrere Beispiele derartiger Anordnungen dargestellt. In der in Fig. 8a dargestellten Aufsicht auf den Teller 2a der Antriebsvorrichtung 2 sind die vier in Umfangsrichtung verteilt angeordneten Permanentmagnete 2c, 2d dargestellt, wobei die Permanentmagnete 2c und 2d entgegengesetzt polarisiert sind. Fig. 8b zeigt eine Anordnung mit nur zwei Permanentmagneten 2c, 2d. In Fig. 8c weist das Rührteil 1a einen einzigen Stabmagnet 1d auf. In Fig. 8d ist das Rührteil 1a kreuzförmig ausgestaltet, wobei in jedem Arm des Kreuzes ein Permanentmagnet 1d, 1e angeordnet ist. In Fig. 8e ist das Rührteil 1a sternförmig ausgestaltet, wobei in jedem Arm ein Permanentmagnet 1d angeordnet ist. Auf dem Teller 2a sind ebenfalls drei Permanentmagnete 2c angeordnet. In Fig. 8f ist das Rührteil 1a wie in Fig. 8d als Kreuz ausgestaltet, wobei die Polarisation der Permanentmagnete, im Unterschied zur Ausführung gemäss Fig. 8d, anders verlaufend ausgerichtet ist. Beispiele weiterer Anordnungen der Permanentmagnete sind beispielsweise im Artikel "Permanent Magnet Bearings and Couplings, J.P. Yonnet, IEEE Transactions on magnetics, Vol. Mag-17, No. 1, January 1981" offenbart.

[0027] Im Unterschied zu dem in Fig. 2 dargestellten Rührgerät 6 weist der Teller 2a der Antriebsvorrichtung 2 gemäss Fig. 9 einen relativ grossen Durchmesser auf, wobei die Permanentmagnete 2c, 2d, wie in der Aufsicht gemäss Fig. 10 dargestellt, kreisringsegmentförmig ausgestaltet sind. Das Rührteil 1a ist, wie in Fig. 10 dargestellt, kreuzförmig ausgestaltet. Ein Vorteil der in Fig. 9 dargestellten Anordnung ist darin zu sehen, dass das durch die Antriebsvorrichtung 2 bewirkte magnetische Feld in vertikaler Richtung nur eine kleine Änderung aufweist, sodass eine Lageänderung der Magnetrührvorrichtung 1 in vertikaler Richtung auf die durch die Permanentmagnete 2c, 2d, 1d, 1e gebildete Magnetkupplung einen nur geringen Einfluss auf das Kupplungsverhalten ausübt.

[0028] Im Unterschied zu dem in Fig. 2 dargestellten Rührgerät 6 ist in dem in Fig. 11 dargestellten Ausführungsbeispiel die Antriebsvorrichtung 2 als eine Mehrzahl von Spulenköpfen 2f ausgestaltet, welche, wie aus dem in Fig. 12 dargestellten Schnitt entlang der Linie D-D ersichtlich, in Umfangsrichtung regelmässig beabstandet angeordnet sind, um durch eine entsprechende Ansteuerung eine elektromagnetisches Drehfeld zu erzeugen. Diese Spulen weisen mehrere Vorteile auf. Im Gegensatz zu Permanentmagneten, deren Anziehungskraft um so grösser wird, je näher das Rührteil ist, kann mit den Spulen ein konstantes Magnetfeld erzeugt werden, sodass die Anziehungschaft mit kleiner werdender Distanz zum Rührteil nicht grösser wird. Zudem ist die magnetische Feldstärke über den Strom der Spulen regelbar. Dies übt einen stabilisierenden Einfluss auf die Lage der Magnetrührvorrichtung aus.

[0029] Im Unterschied zu dem in Fig. 2 dargestellten

Rührgerät 6 weist die Magnetrührvorrichtung 1 in dem in Fig. 13 dargestellten Ausführungsbeispiel drei in vertikaler Richtung beabstandet angeordnete Flügel bzw. Schaufeln 1h, 1i, 1k auf. Dies erlaubt die Rotationskräfte

5 der Magnetrührvorrichtung 1 noch besser auf die Flüssigkeit 4 zu übertragen. Der in Fig. 14 dargestellte Schnitt entlang der Linie C-C zeigt den kreuzförmig ausgestalteten Flügel 1h im Schnitt. Zudem ist der darunter angeordnete, kreuzförmige Flügel sowie das zuunterst

10 angeordnete Rührteil 1a dargestellt.

[0030] Im Unterschied zu dem in Fig. 2 dargestellten Rührgerät 6 weist die in Fig. 15 dargestellte Magnetrührvorrichtung 1 einen zusätzlichen Flügel 1h auf, welcher fest mit dem Stab 1b verbunden ist. Dieser Flügel 1h

15 dient dazu die an der Magnetrührvorrichtung angreifenden Rotationskräfte besser auf die Flüssigkeit 4 zu übertragen. Das Rühren der Flüssigkeit 4 bewirkt, dass der Flüssigkeitsspiegel 4a am Rand des Behälters 3 ansteigt, wogegen der Flüssigkeitsspiegel 4a in der Mitte absinkt, was zur Folge hat, dass die Magnetrührvorrichtung 1 absinkt. Die Veränderung des Flüssigkeitsspiegels 4a beziehungsweise die Rotationsgeschwindigkeit der Flüssigkeit kann innerhalb des Behälters 3 reduziert werden, indem an der Innenwand des Behälters 3, wie

20 in Fig. 16 entlang des Schnittes A-A dargestellt, eine Mehrzahl radial nach innen vorstehende Rotationsbremsen 3a angeordnet werden.

[0031] Im Unterschied zu dem in Fig. 2 dargestellten Rührgerät 6 weist die in Fig. 17 dargestellte Magnetrührvorrichtung 1 einen ringförmig ausgestalteten Schwimmkörper 1f auf, welcher über ein Verbindungsmitte 11 mit dem Stab 1b verbunden ist. Die Anordnung und Ausgestaltung des Schwimmkörpers 1f ist derart gewählt, dass das sich beim Rühren verändernde Flüssigkeitsniveau 4a nicht oder nur gering auf die Höhe der Magnetrührvorrichtung 1 auswirkt. Durch das Rühren der Flüssigkeit 4 weist diese den mit 4a bezeichneten Oberflächenverlauf auf.

[0032] Die Magnetrührvorrichtung 1 weist eine relativ hohe Masse auf und ist daher in radialer Richtung durch die Antriebsvorrichtung 2 gegebenenfalls schwierig zu halten. Vorteilhafterweise wird deshalb der Schwimmkörper 1f mit einer zusätzlichen Vorrichtung stabilisiert. Dazu sind innerhalb des Schwimmkörpers 1f in Umfangsrichtung verlaufende Permanentmagnete 1m angeordnet. Zudem ist außerhalb des Behälters 3 eine in Verschieberichtung 5f bewegliche Verstellvorrichtung 5 angeordnet, welche in Umfangsrichtung verteilt angeordnete Permanentmagnete 5a, 5b aufweist. Die Permanentmagnete 5a, 5b sind derart bezüglich den Permanentmagneten 1m angeordnet, dass durch ein entsprechendes Verschieben der Verstellvorrichtung 5 in vertikaler Richtung 5f zudem die vertikale Lage der Magnetrührvorrichtung 1 verstellbar ist. Es ist daher vorteilhaft, die radiale Lage des Schwimmkörpers 1f mit dem durch die Permanentmagnete 1m, 5a, 5b gebildeten passiven radialen Magnetlager zusätzlich zu stabilisieren.

[0033] Der in Fig. 18 dargestellte Schnitt entlang der Linie D-D zeigt die Behälterwand 3 und die ausserhalb des Behälters 3 angeordnete Verstellvorrichtung 5 mit Stützmittel 5e, auf welchem die Permanentmagneten 5a, 5b, 5c, 5d in Verschieberichtung 5f verstellbar angeordnet sind. Innerhalb des Hohlraums des Schwimmkörpers 1f sind im Umfangsrichtung verlaufend eine Mehrzahl von Permanentmagnete 1m angeordnet.

[0034] Das in Fig. 19 in einem Längsschnitt dargestellte Rührgerät 6 weist eine Magnetrührvorrichtung 1 auf, welche ein kreisringförmig ausgestaltetes Rührteil 1a aufweist, welches fest mit einem hohlzylinderförmigen Schwimmkörper 1f verbunden ist. Innerhalb des Schwimmkörpers 1f sind in Umfangsrichtung verteilte Permanentmagnete 1m angeordnet. Die Antriebsvorrichtung 2 weist ein zylinderförmiges Teil 2g auf, welches mit der Achse 2b fest verbunden ist. Im Endabschnitt des Teils 2g sind in Umfangsrichtung verlaufende Permanentmagnete 2d derart angeordnet, dass über die zwischen den Permanentmagneten 2d und 1 m auftretende Wechselwirkung die Magnetrührvorrichtung 1 in Drehrichtung 1e in Rotation versetzbare ist. Zudem ist die Antriebsvorrichtung 2 in Richtung 2h verschiebbar gelagert, wodurch zudem die vertikale Lage der Magnetrührvorrichtung 1 beeinflussbar ist. Diese Radialkupplung weist den Vorteil auf, dass sie nur eine geringe destabilisierende Kraft auf die Magnetrührvorrichtung 1 ausübt, bei gleichzeitig guter Stabilisierung in radialer Richtung.

[0035] Fig. 20 zeigt im Querschnitt entlang der Schnittlinie E-E den Schwimmkörper 1f, innerhalb welchem vier Permanentmagnete 1m in Umfangsrichtung verteilt angeordnet sind. Ausserhalb des Behälters 3 ist das zylinderförmige Teil 2g der Antriebsvorrichtung 2 angeordnet, wobei am Teil 2g ebenfalls vier Permanentmagnete 2d in Umfangsrichtung derart verteilt angeordnet sind, dass zwischen den Permanentmagneten 1m des Schwimmkörpers 1f und dem Permanentmagneten 2d der Antriebsvorrichtung 2 eine magnetische Kupplung ausgebildet wird.

[0036] Der Behälter 3 kann, wie in Fig. 21 angedeutet, als geschlossener Bioreaktor ausgestaltet sein, mit verschliessbaren Öffnungen 3b sowie mit Zu- und Ableitungen 3c versehen.

[0037] Der Schwimmkörper 1f könnte auch fest und unlösbar mit dem Stab 1b verbunden sein. Es könnte auch ein Satz von Magnetrührvorrichtungen 1 vorgesehen sein, wobei der Schwimmkörper 1f bei jeder Magnetrührvorrichtung 1 an einer anderen Stelle auf dem Stab 1b angeordnet ist, sodass je nach Flüssigkeitsstand im Behälter 3 eine geeignete Magnetrührvorrichtung 1 ausgewählt werden kann.

#### Patentansprüche

1. Magnetrührvorrichtung (1) umfassend ein Rührteil (1a), mindestens einen Permanentmagneten (1d,

1e) sowie einen Schwimmkörper (1f), welche miteinander verbunden sind.

- 5 2. Magnetrührvorrichtung (1) umfassend einen Stab (1b), wobei am ersten Endabschnitt (1o) des Stabes (1b) das Rührteil (1a) und am zweiten Endabschnitt (1p) der Schwimmkörper (1f) angeordnet ist.
- 10 3. Magnetrührvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass diese im Bereich des ersten Endabschnittes (1o) in eine Spitze (1c) ausläuft.
- 15 4. Magnetrührvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Rührteil (1a) symmetrisch ausgebildet ist, und dass zumindest zwei Permanentmagnete (1d, 1e) im Rührteil (1a) symmetrisch angeordnet sind.
- 20 5. Magnetrührvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwimmkörper (1f) in Richtung des zweiten Endabschnittes (1p) zumindest entlang eines Teilabschnittes einen zunehmenden Innenquerschnitt aufweist.
- 25 6. Magnetrührvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass am Stab (1b) zumindest ein Flügel (1h) angeordnet ist.
- 30 7. Magnetrührvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Schwimmkörper (1f) ein Permanentmagnet (1m) angeordnet ist.
- 35 8. Magnetrührvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwimmkörper (1f) ringförmig ausgestaltet ist.
- 40 9. Magnetrührvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Rührteil (1a) stabförmig, sternförmig oder kreisförmig ausgestaltet ist.
- 45 10. Rührgerät (6) umfassend eine Magnetrührvorrichtung (1) mit einem Permanentmagneten (1d, 1e) sowie einem Schwimmkörper (1f), insbesondere eine Magnetrührvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, sowie umfassend eine magnetische Antriebsvorrichtung (2), wobei die Antriebsvorrichtung (2) und die Permanentmagnete (1d, 1e) der Magnetrührvorrichtung (1) derart gegenseitig angepasst angeordnet und ausgestaltet sind, dass sie eine Magnetkupplung ausbilden.
- 50 11. Rührgerät (6) nach Anspruch 10, dadurch gekenn-

zeichnet, dass die Antriebsvorrichtung (2) Permanentmagnete (2c, 2d) aufweist, welche zusammen mit den Permanentmagneten (1d,1e) der Magnetrührvorrichtung (1) eine Magnetkupplung ausbilden.

5

12. Rührgerät (6) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebsvorrichtung (2) eine Mehrzahl elektromagnetischer Spulen (2f) aufweist, welche zusammen mit den Permanentmagneten (1d,1e) der Magnetrührvorrichtung (1) einen Elektromotor ausbilden.

10

13. Rührgerät (6) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Permanentmagnete (1d,1e) der Magnetrührvorrichtung (1) sowie die Permanentmagnete (2c,2d) der Antriebsvorrichtung (2) derart angeordnet und ausgestaltet sind, dass sie gegenseitig ein passives Radial- und/oder Axialmagnetlager bilden.

15

20

14. Rührgerät (6) nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnetrührvorrichtung (1) ein Spitzenlager aufweist.

25

15. Bioreaktor umfassend eine Magnetrührvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 und/oder umfassend ein Rührgerät (6) nach einem der Ansprüche 10 bis 14.

30

35

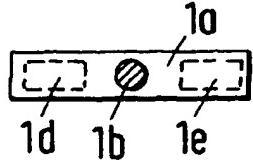
40

45

50

55

**Fig.1a**  
**F-F**



**Fig.1**

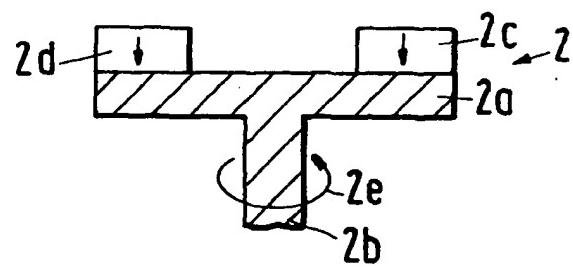
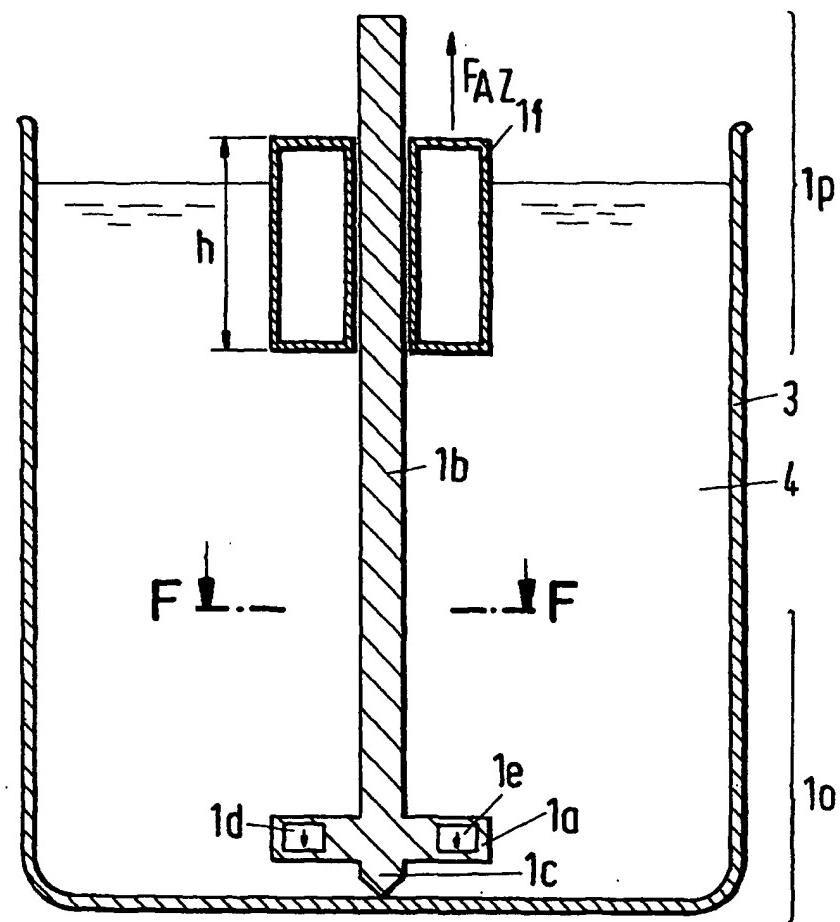


Fig.1b

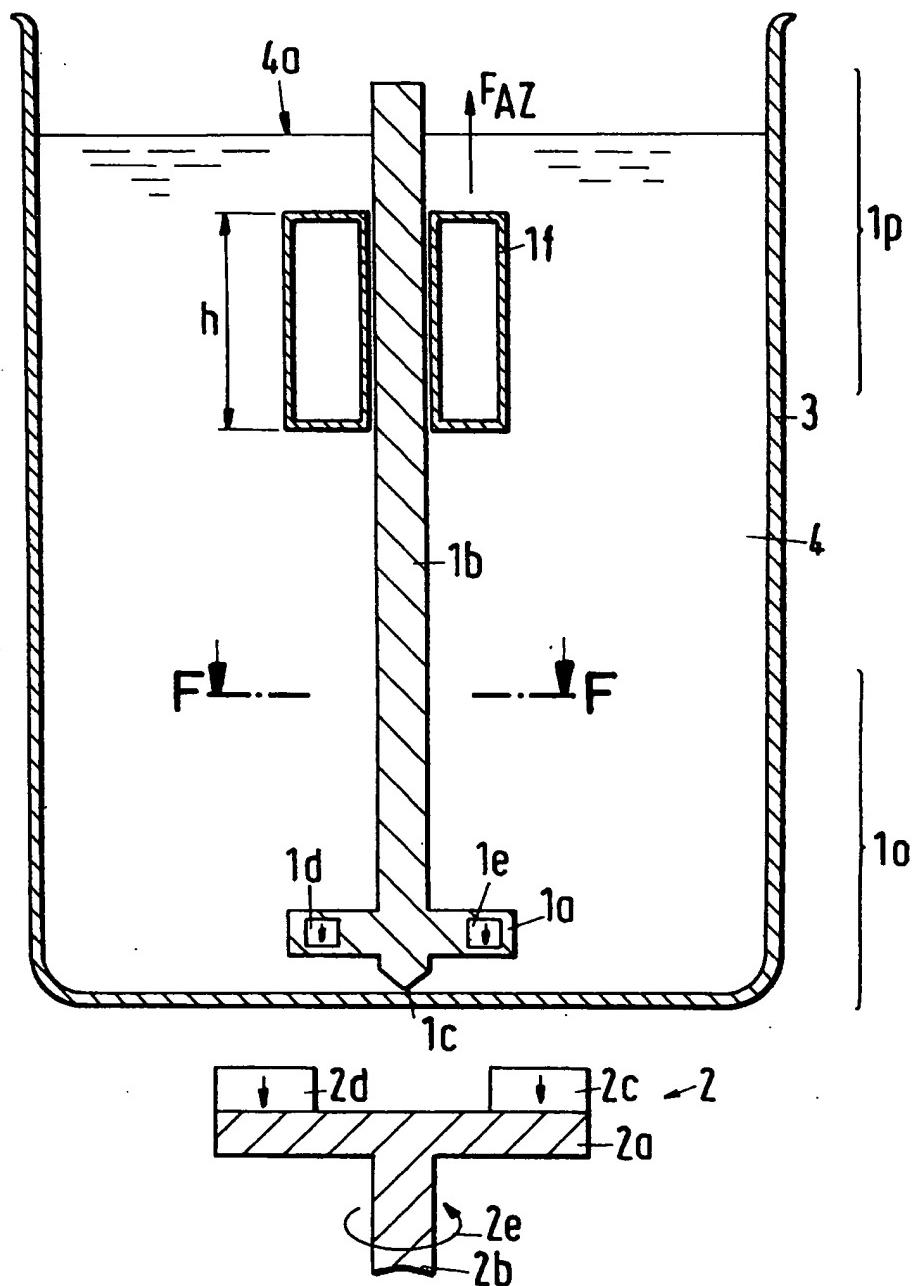


Fig. 2

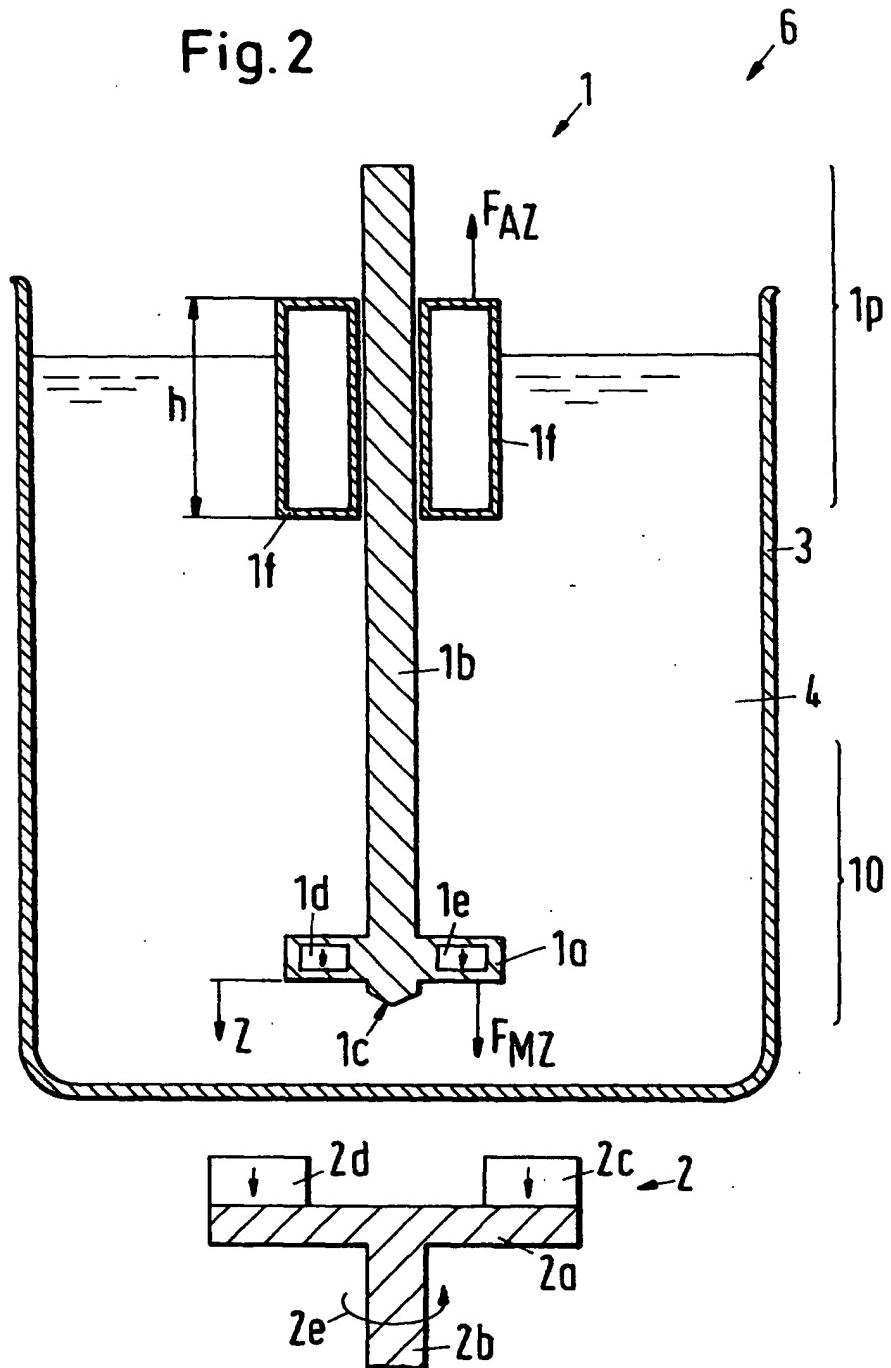


Fig. 3

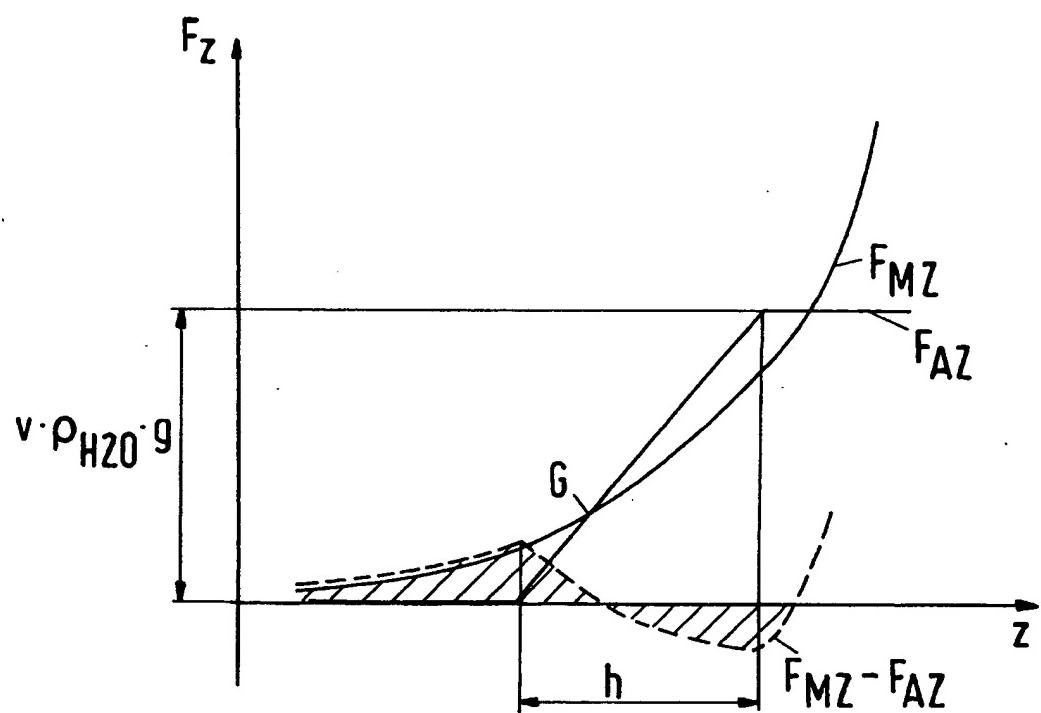


Fig.4

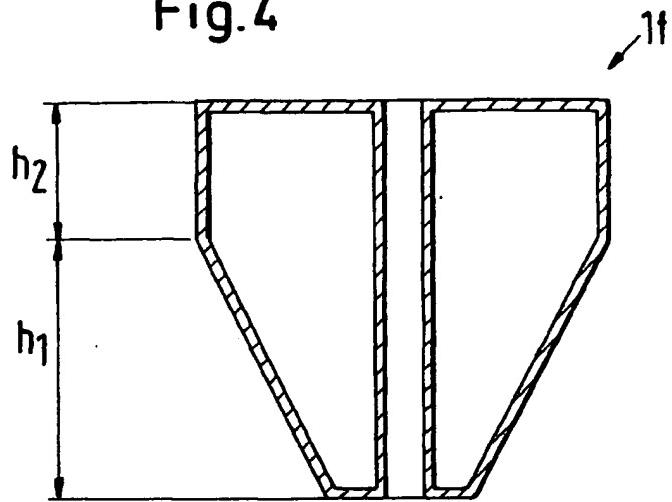


Fig.5

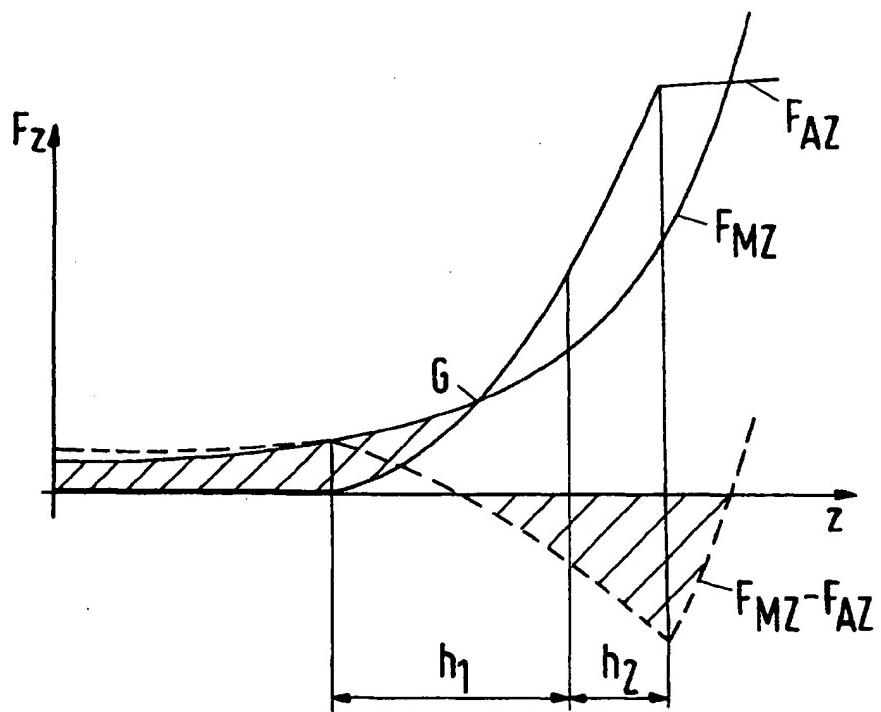


Fig.6

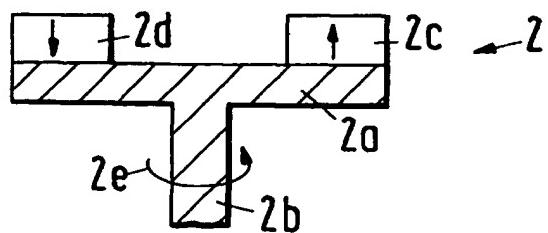
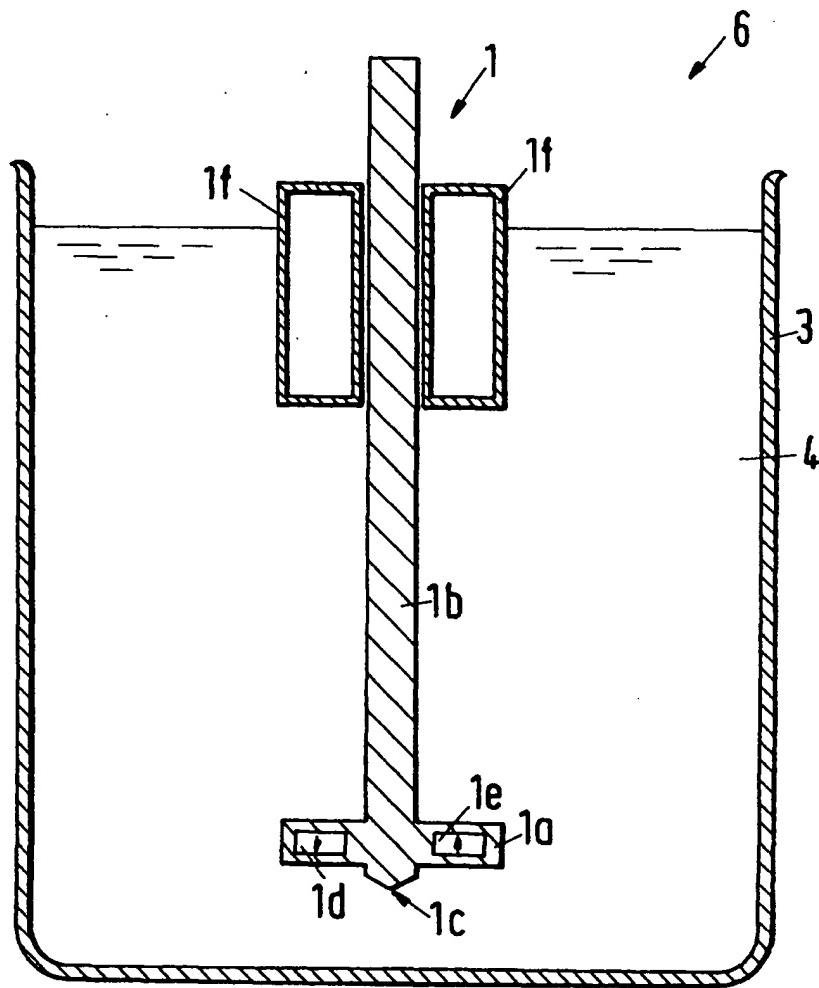
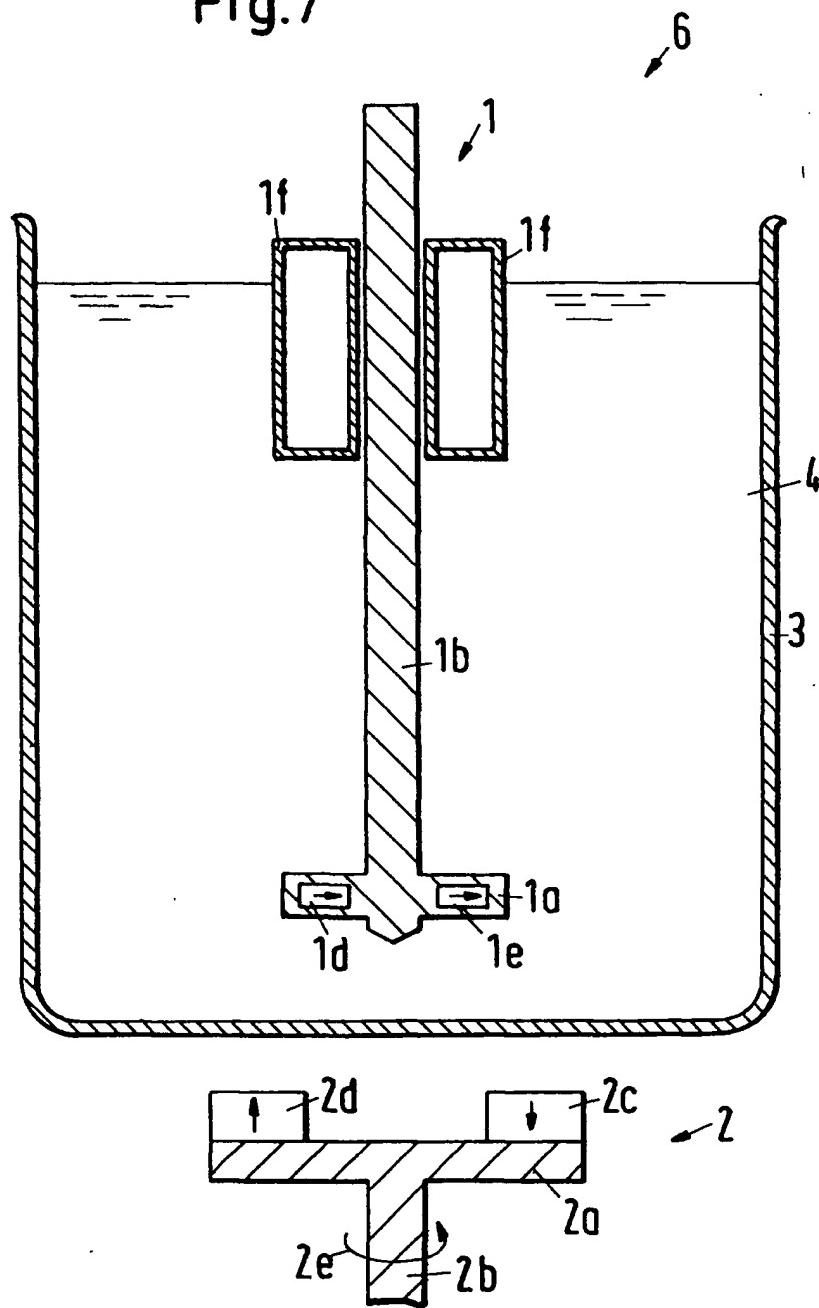


Fig.7



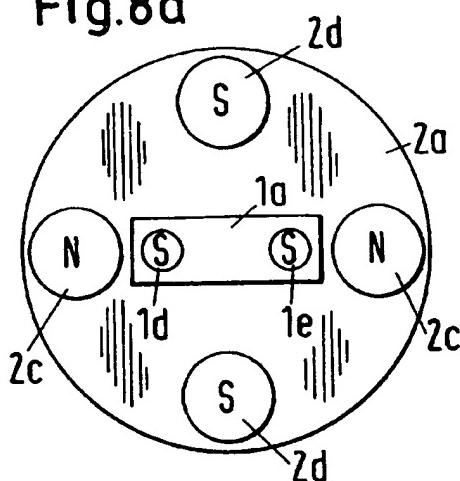
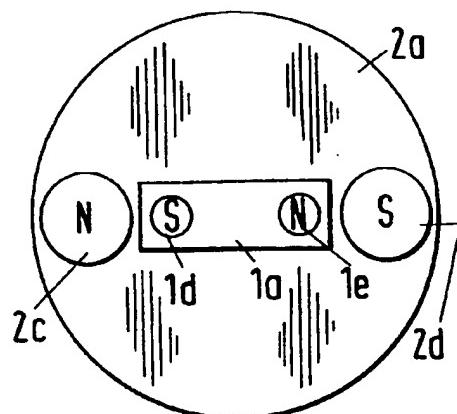
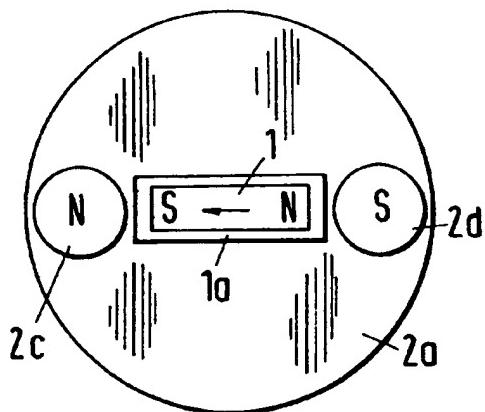
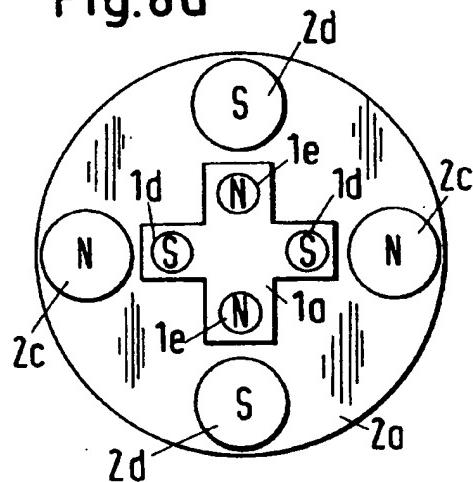
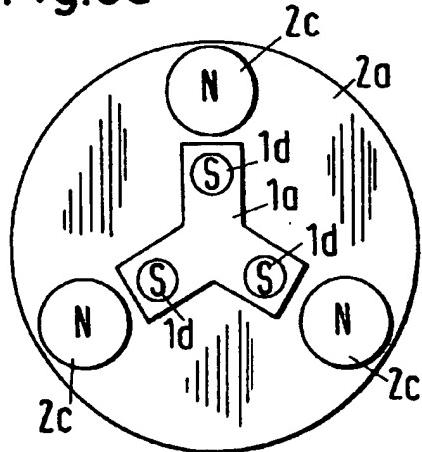
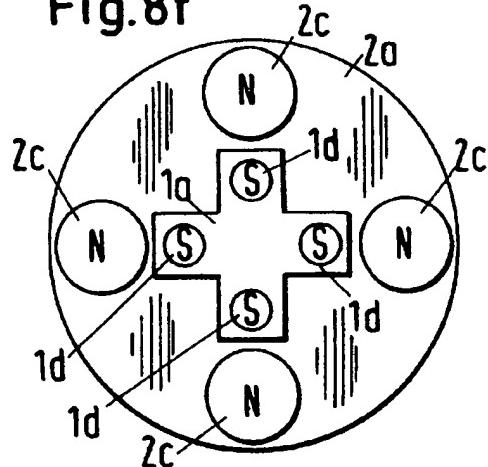
**Fig.8a****Fig.8b****Fig.8c****Fig.8d****Fig.8e****Fig.8f**

Fig. 9

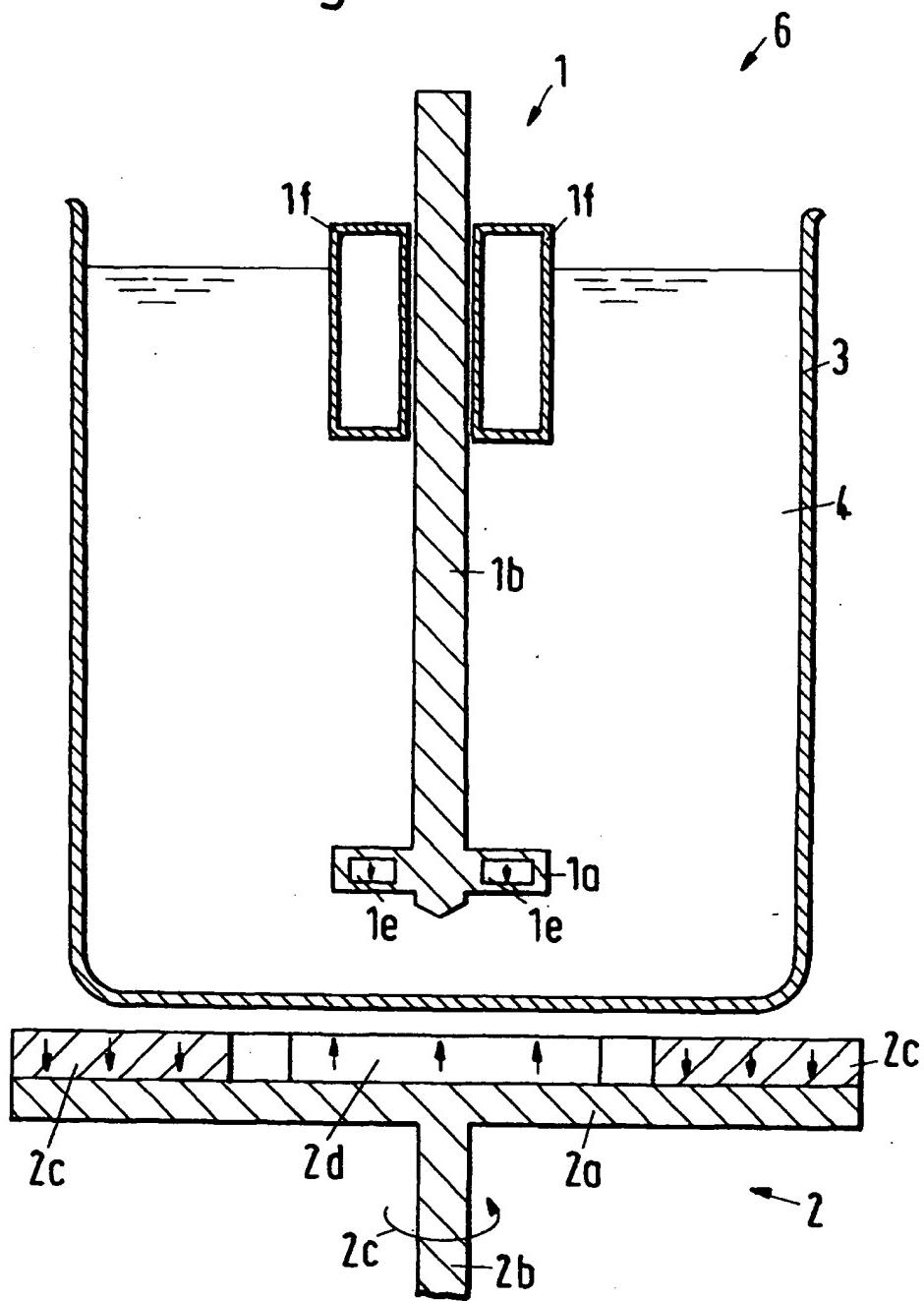


Fig.10

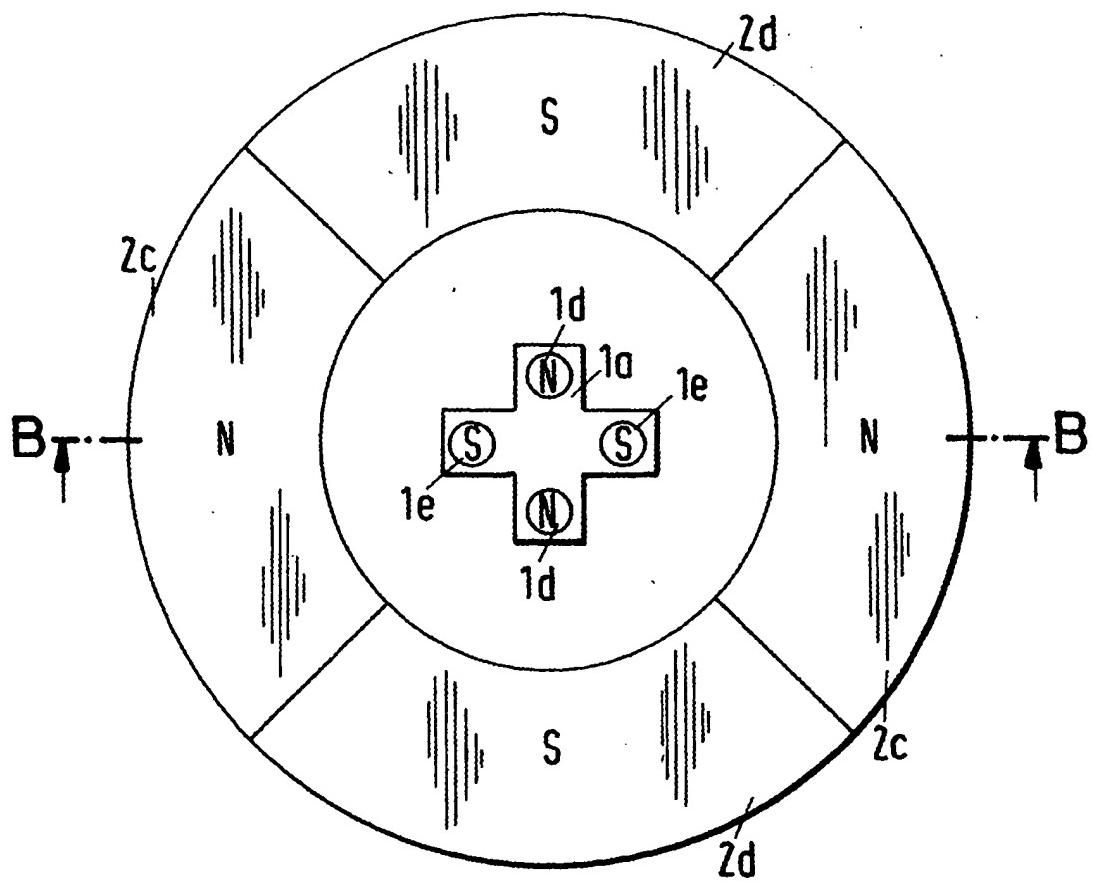


Fig.11

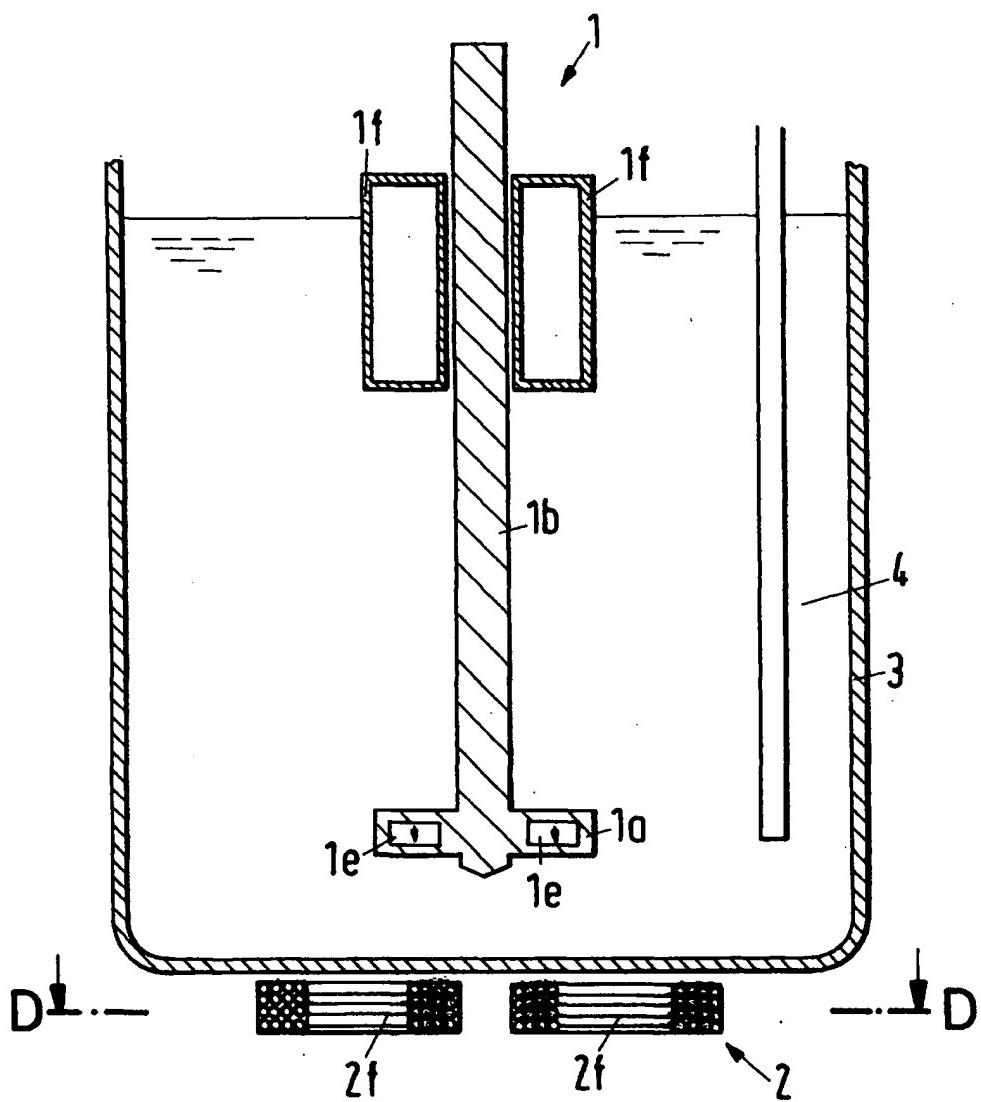


Fig.12

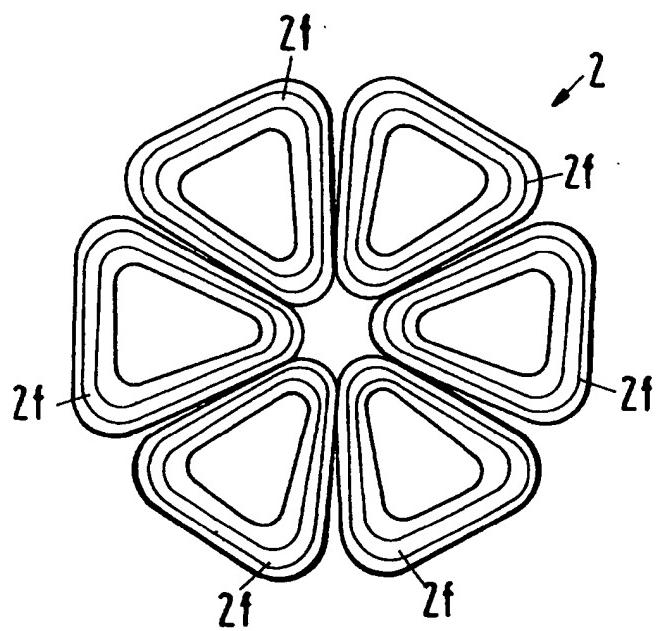


Fig.13

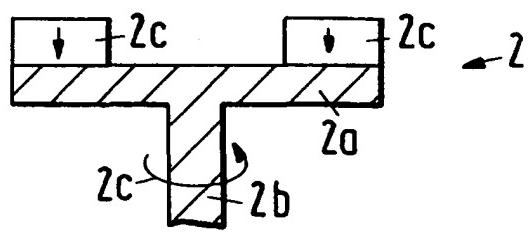
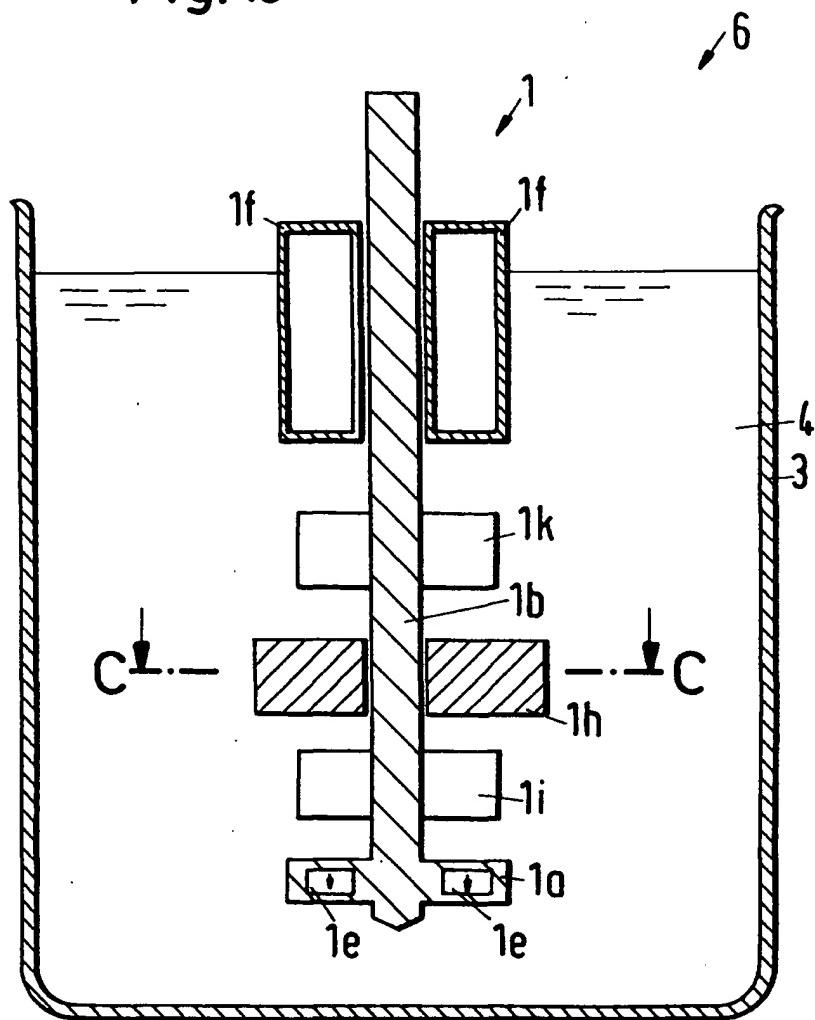


Fig.14  
C-C

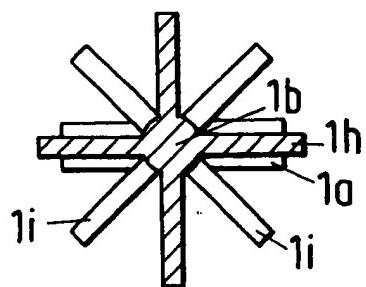


Fig.15

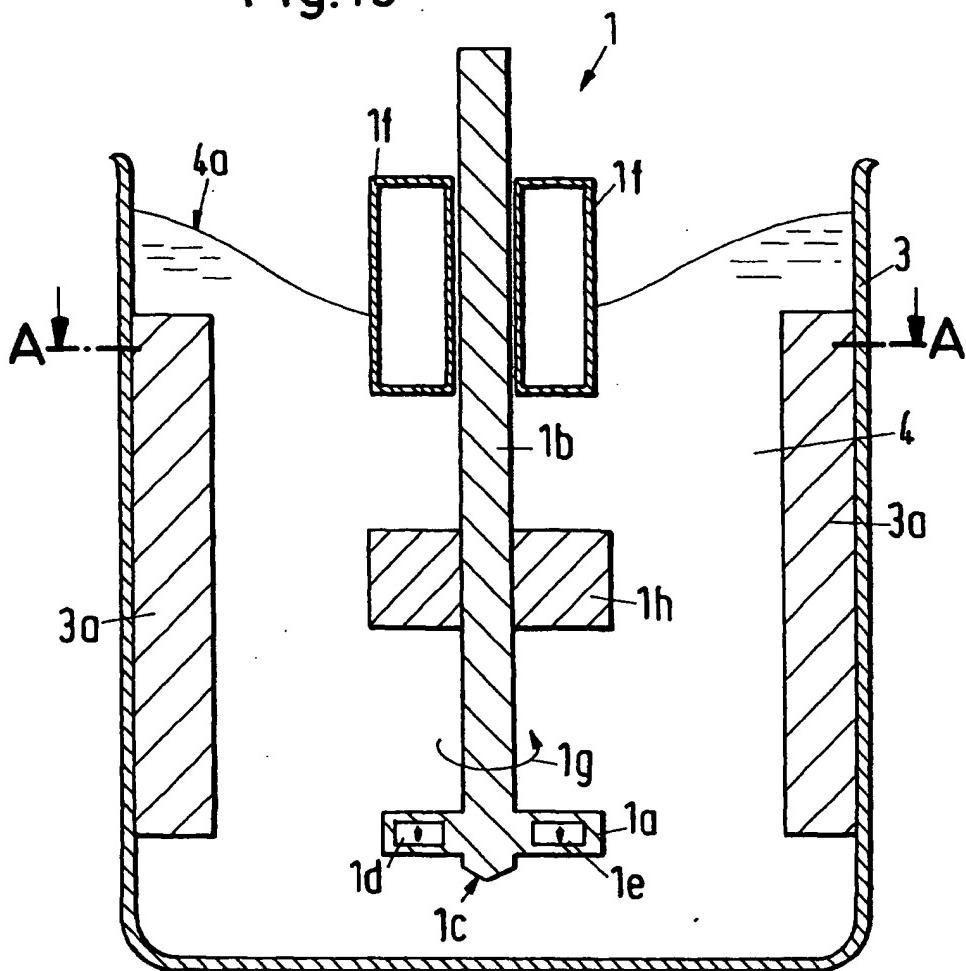
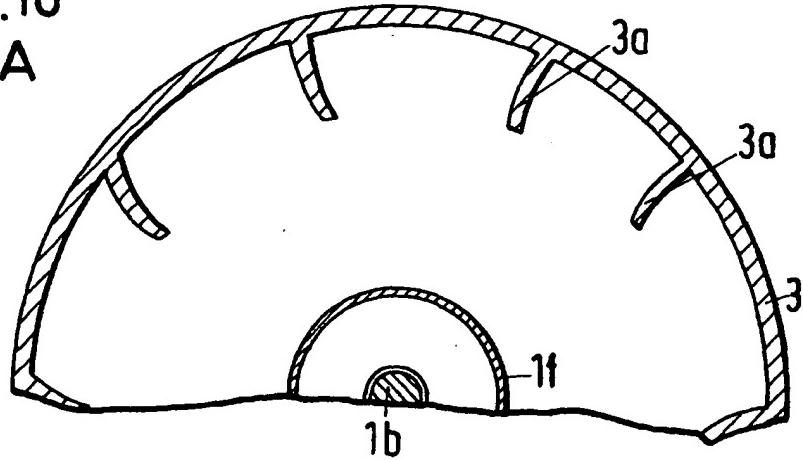


Fig.16

A-A



**Fig.17**

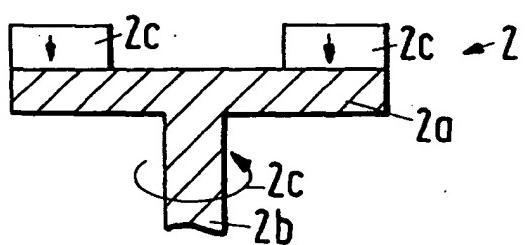
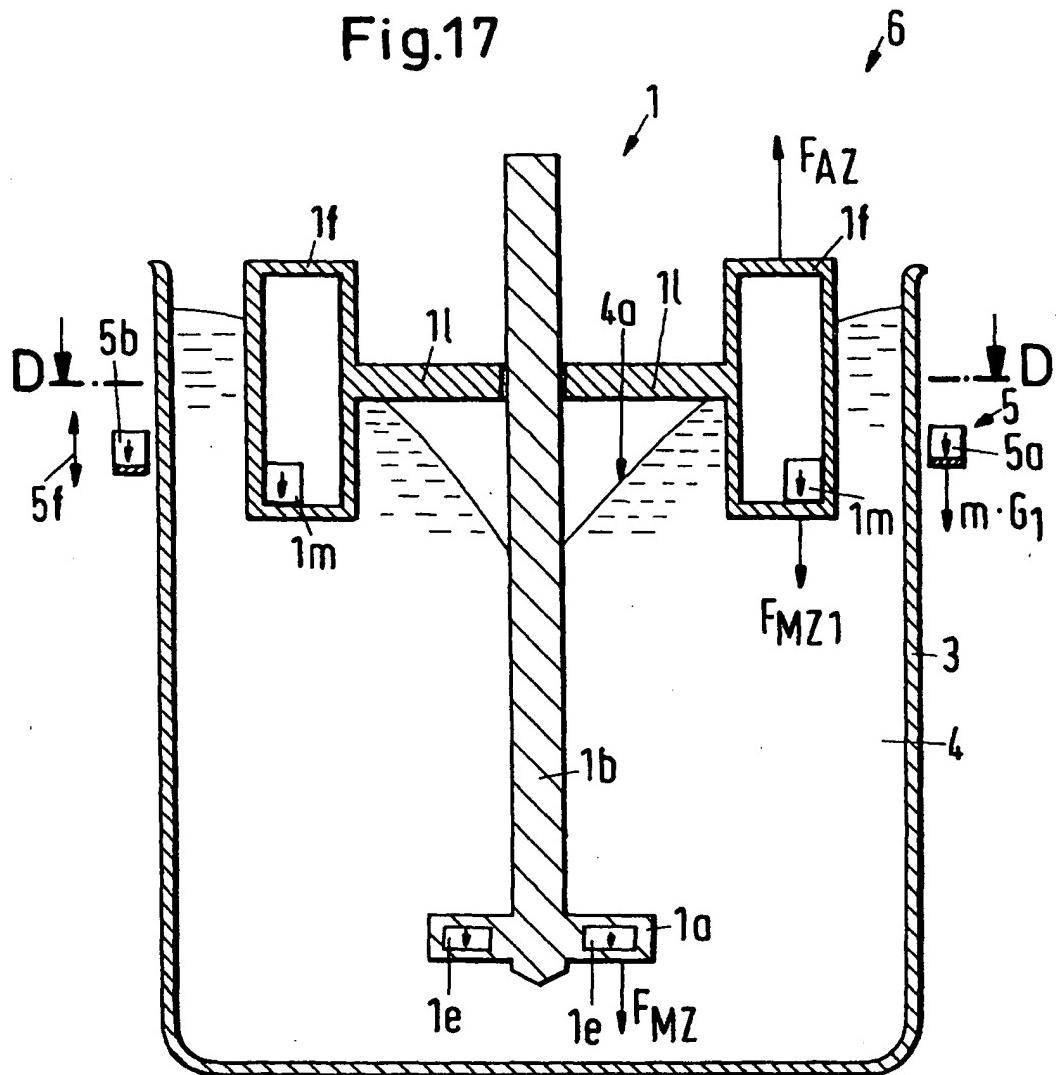


Fig.18

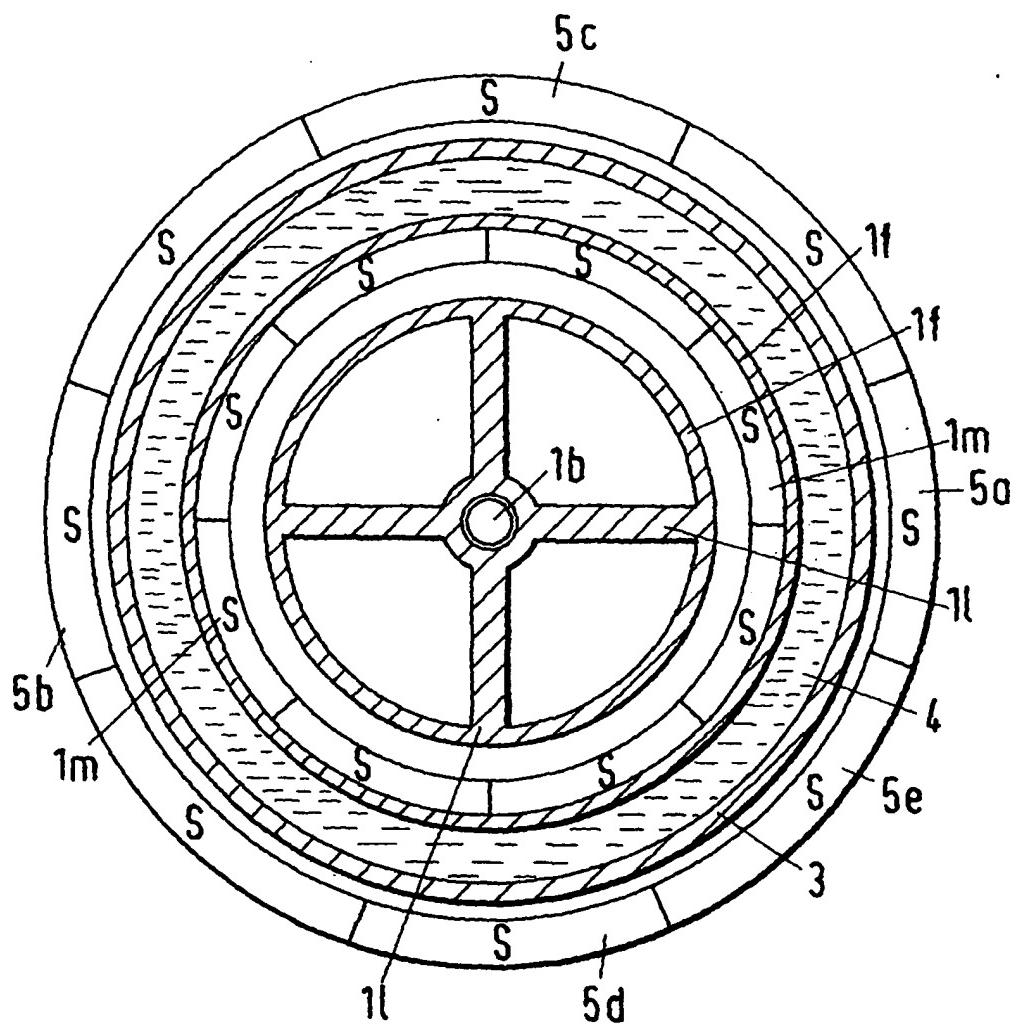


Fig.19

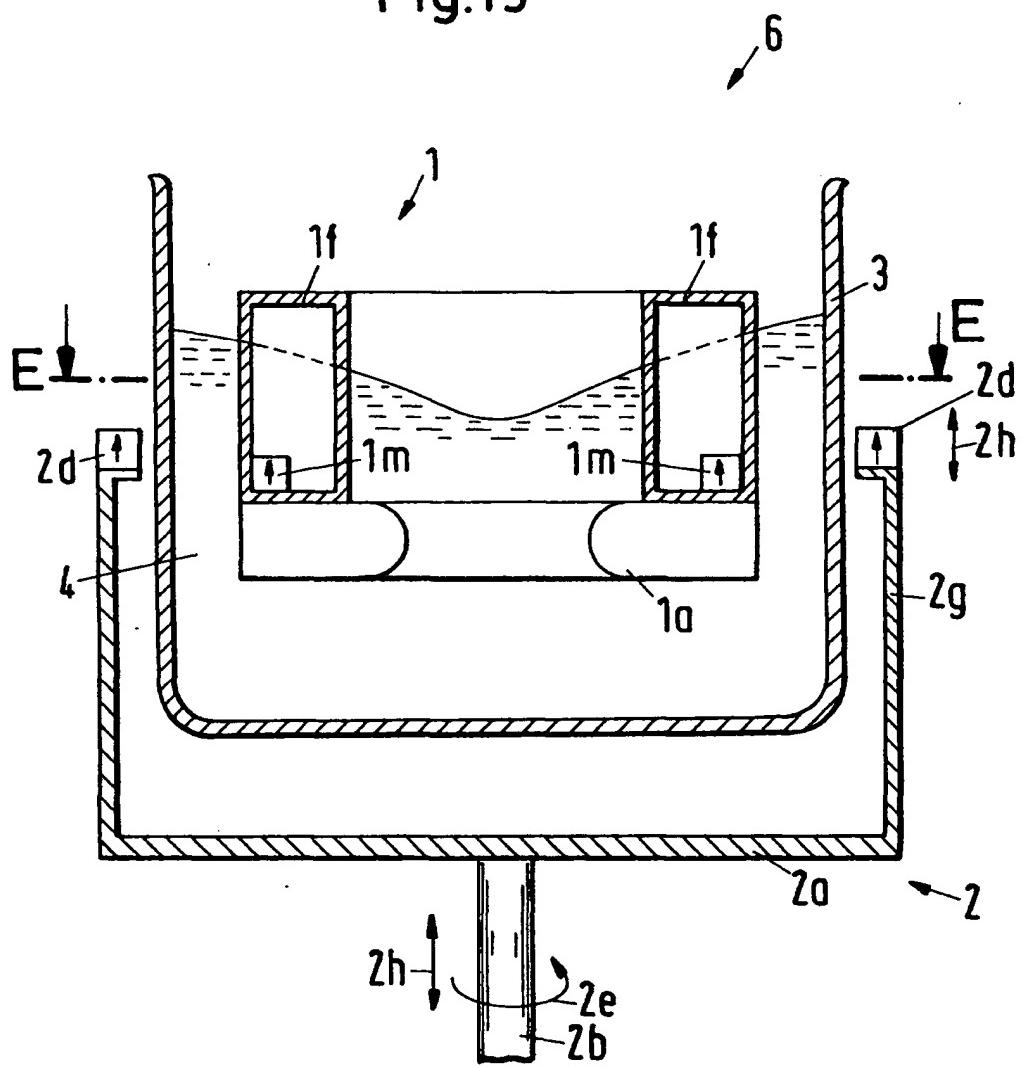


Fig. 20

E - E

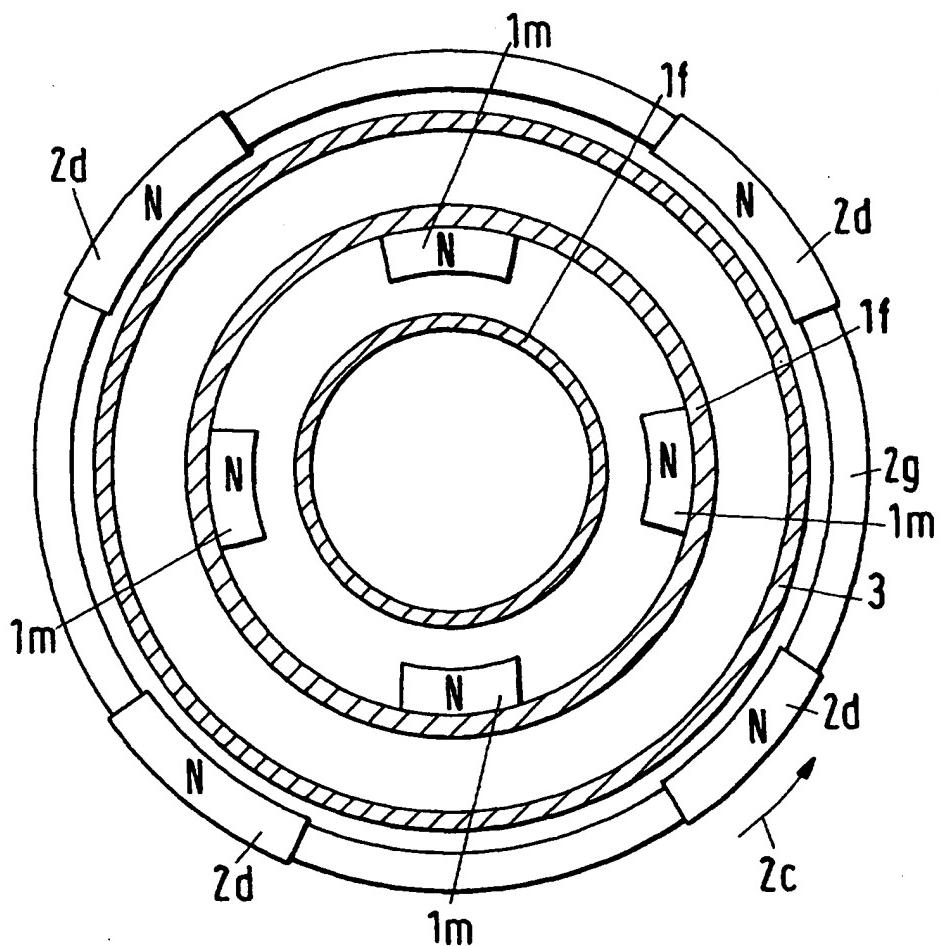
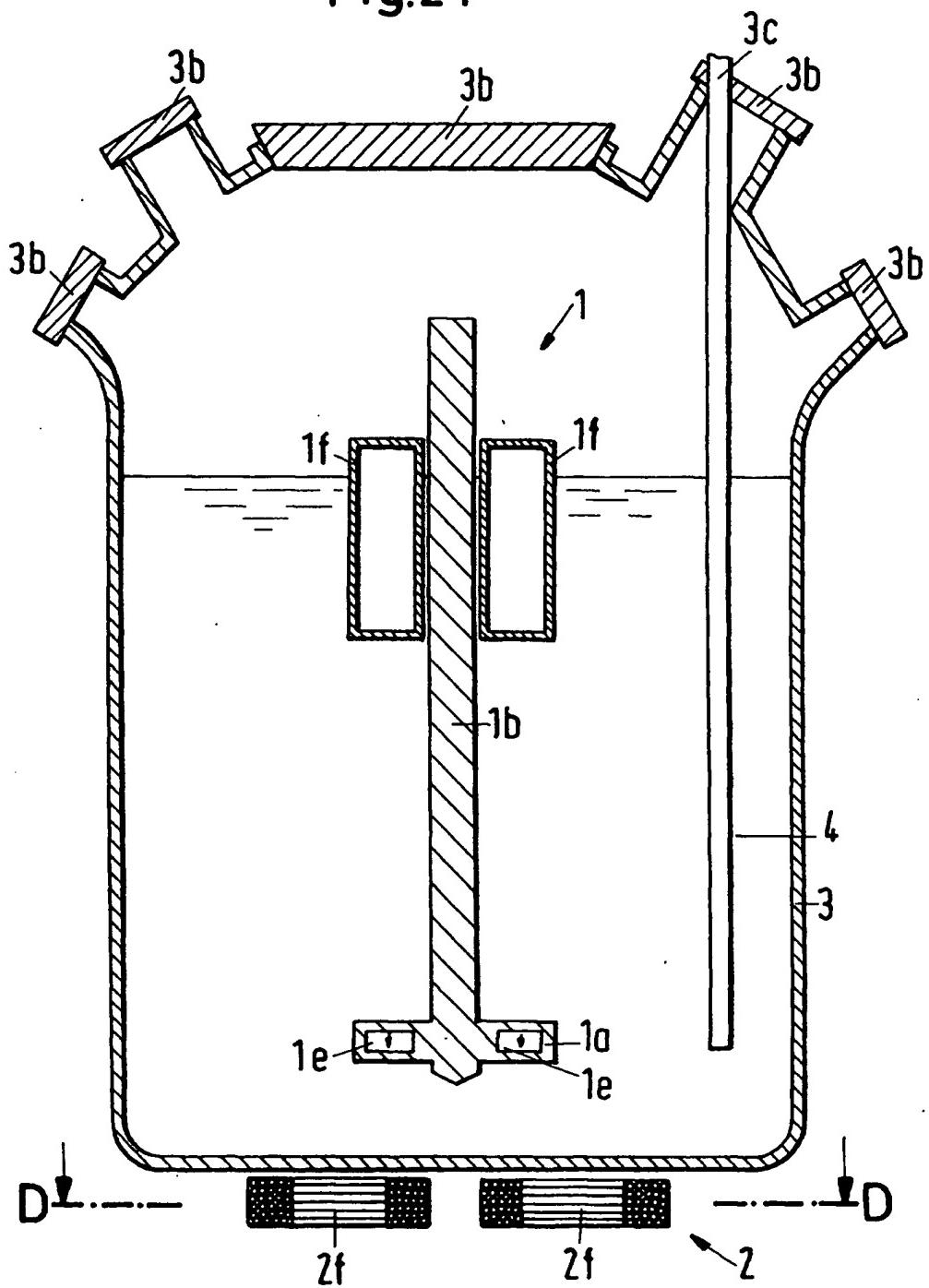


Fig.21



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 01 81 0774

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betritt Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 4 465 377 A (DE BRUYNE NORMAN A) 14. August 1984 (1984-08-14) * Zusammenfassung * * Spalte 2, Zeile 22 - Zeile 42 * * Spalte 3, Zeile 19 - Zeile 45; Ansprüche; Abbildungen *	1,3,4,7, 9-15	B01F13/08
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 662 (C-1287), 14. Dezember 1994 (1994-12-14) & JP 06 261747 A (HITACHI LTD), 20. September 1994 (1994-09-20) * Zusammenfassung *	1,2, 5-11,15	
X	US 4 534 656 A (DE BRUYNE NORMAN A) 13. August 1985 (1985-08-13) * Zusammenfassung; Ansprüche; Abbildungen *	1,7,10, 11,15	
X	EP 0 259 002 A (TECHNE INC) 9. März 1988 (1988-03-09) * Zusammenfassung; Ansprüche; Abbildungen *	1,7,12, 15	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.7)  B01F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	13. Dezember 2001	Pipping, L	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelddatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenlegung P : Zwischenliteratur			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 01 81 0774

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Orientierung und erfolgen ohne Gewähr.

13-12-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4465377	A	14-08-1984	AT DE EP GB	57850 T 3483496 D1 0127970 A2 2145003 A ,B		15-11-1990 06-12-1990 12-12-1984 20-03-1985
JP 06261747	A	20-09-1994	KEINE			
US 4534656	A	13-08-1985	AT DE EP GB	57314 T 3483373 D1 0127971 A2 2143145 A ,B		15-10-1990 15-11-1990 12-12-1984 06-02-1985
EP 0259002	A	09-03-1988	US EP JP	4759635 A 0259002 A2 63069531 A		26-07-1988 09-03-1988 29-03-1988